

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

KSCP Semester Examination  
Academic Session 2007/2008

June 2008

**ZCT 533/4 – Dosimetry and Radiation Protection**  
***[Dosimetri dan Perlindungan Sinaran]***

Duration: 3 hours  
*[Masa : 3 jam]*

---

Please ensure that this examination paper contains **SEVEN** printed pages before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **TUJUH** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

**Instruction:** Answer all **FIVE** questions. Students are allowed to answer all questions in Bahasa Malaysia or in English.

**Arahan:** Jawab semua **LIMA** soalan. Pelajar dibenarkan menjawab semua soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]

Answer all five questions. Each question is allocated a total of 20 marks.

*[Sila jawab kesemua lima soalan. Setiap soalan diperuntukkan sebanyak 20 markah.]*

1. (a) What is fluence and energy fluence? State the main differences between them. State the relationship between them.

*[Apakah yang dimaksudkan dengan fluens dan fluens tenaga? Nyatakan perbezaan utama antara keduanya. Nyatakan perhubungan antara keduanya.]*

(6/20)

- (b) A photon beam has an energy spectrum from 0 MeV to 6 MeV and its fluence distribution is given by

*[Suatu alur foton mempunyai suatu spektrum tenaga dari 0 MeV ke 6 MeV dan taburan fluensnya diberikan oleh]*

$$\Phi(E) = E^2 - 2E \quad \text{photons m}^{-2} \text{ MeV}^{-1}$$

$$[\Phi(E) = E^2 - 2E \quad \text{foton m}^{-2} \text{ MeV}^{-1}]$$

Calculate

*[Hitung]*

- (i) the total fluence,

*[jumlah fluens,]*

- (ii) the average energy fluence in the energy range.

*[purata fluens tenaga dalam julat tenaga ini.]*

(6/20)

- 3 -

- (c) Photons of energy 1 MeV has  
*[Foton bertenaga 1 MeV mempunyai]*

$$\left( \frac{\mu_{en}}{\rho} \right)_{air} = 2.8 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$$

$$\left[ \left( \frac{\mu_{en}}{\rho} \right)_{air} = 2.8 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1} \right]$$

Determine the energy fluence and the photon fluence needed for an exposure of 100 R.

*[Tentukan fluens tenaga dan fluens foton yang diperlukan untuk menghasilkan suatu dedahan 100 R.]*

(8/20)

2. (a) Describe briefly the followings:

*[Perihalkan secara ringkas:]*

- (i) Radiation equilibrium (RE),

*[Keseimbangan sinaran (RE),]*

- (ii) Charged-particle equilibrium (CPE),

*[Keseimbangan zarah bercas (CPE),]*

- (iii) Transient charged-particle equilibrium (TCPE).

*[Keseimbangan transien zarah bercas (TCPE).]*

State their importance in the measurement of exposure and dose.

*[Nyatakan kepentingannya dalam pengukuran dedahan dan dos.]*

(8/20)

...4/-

- 4 -

- (b) A 3 MeV  $\gamma$ -rays enters a volume  $V$  and undergoes a pair-production interaction. The electron and positron produced have identical energies. The electron spends half of its kinetic energy before escaping from  $V$ . The positron spends a quarter of its kinetic energy before being annihilated. The resulting photons escape from  $V$ . Determine

*[Suatu sinar  $\gamma$  3 MeV memasuki suatu isipadu  $V$  dan mengalami suatu interaksi penghasilan pasangan. Elektron dan positron yang terhasil mempunyai tenaga seiras. Elektron itu menghabiskan setengah tenaga kinetiknya sebelum terlepas dari  $V$ . Positron pula menghabiskan suku tenaga kinetiknya sebelum mengalami penghapusan. Foton-foton yang terhasil terlepas dari  $V$ . Tentukan]*

- (i) the energy transferred.  
*[tenaga yang dipindahkan,]*
- (ii) the initial kinetic energy of the electron.  
*[tenaga kinetik awal elektron,]*
- (iii) the radiant energy emitted by radiative losses  $R'_u$  by the charged particles created in  $V$ .  
*[tenaga sinar yang dipancarkan oleh kehilangan sinar  $R'_u$  oleh zarah-zarah bercas yang terbentuk dalam  $V$ ,]*
- (iv) the net energy transferred.  
*[tenaga bersih yang dipindahkan,]*
- (v) the energy imparted.  
*[tenaga yang terenal,]*

- 5 -

- (vi) the absorbed dose in  $V$  if the volume of  $V$  is  $1 \text{ cm}^3$  and its density is  $10 \text{ kg m}^{-3}$ .

*[dos terserap dalam  $V$  jika isipadu  $V$  ialah  $1 \text{ cm}^3$  dan ketumpatannya ialah  $10 \text{ kg m}^{-3}$ .]*

(12/20)

3. (a) Describe any four general characteristics of a dosimeter which must be considered before using it in any dose measurement.

*[Perihalkan sebarang empat ciri suatu dosimeter yang perlu dipertimbangkan sebelum ia digunakan dalam sebarang pengukuran dos.]*

(8/20)

- (b) A beam of electrons with an initial kinetic energy of  $3 \text{ MeV}$  is incident perpendicularly to an aluminium foil. The electron fluence is  $10^9 \text{ e cm}^{-2}$  and the thickness of the foil is  $0.3 \text{ g cm}^{-2}$ . Assume that any x-rays produced escape from the foil and the electron path length increases by  $5.5\%$  in the foil. Determine

*[Suatu alur elektron dengan tenaga kinetik awal  $3 \text{ MeV}$  ditujukan seranjang kepada suatu kerajang aluminium. Fluens elektron ialah  $10^9 \text{ e cm}^{-2}$  dan ketebalan kerajang ialah  $0.3 \text{ g cm}^{-2}$ . Anggapkan sebarang sinar-x yang terhasil terlepas dari kerajang dan panjang lintasan elektron dalam kerajang bertambah sebanyak  $5.5\%$ . Tentukan]*

- (i) the new path length of the electrons in the Al foil.

*[panjang lintasan baru elektron dalam kerajang Al ini,]*

- (ii) the kinetic energy of the exiting electrons.

*[tenaga kinetik elektron yang keluar,]*

...6/-

- (iii) the absorbed dose in the Al foil.  
*[dos terserap dalam kerajang Al,]*
- (iv) If no electron exits the foil, calculate the new absorbed dose in the foil.  
dos terserap dalam kerajang Al,  
*[Jika tiada elektron keluar dari kerajang, hitung dos terserap baru dalam kerajang.]*

(12/20)

4. (a) Describe  
*[Perihalkan]*

- (i) how p-type and n-type semiconductors are produced.  
*[bagaimana semikonduktor jenis-p dan jenis-n dihasilkan,]*
- (ii) the role of a reverse-bias electrical connection to a silicon semiconductor detector.  
*[peranan suatu sambungan elektrik pincang-songsang kepada suatu pengesan semikonduktor silikon.]*

(10/20)

- (b) Calculate the dependence of relative TL reading per unit exposure on energy at 20 keV for LiF thermoluminescent dosimeter. Compare this value with that of a CaF<sub>2</sub> thermoluminescent dosimeter and comment.  
*[Hitung kesandaran bacaan TL relatif per unit dedahan terhadap tenaga pada 20 keV bagi dosimeter pendarkilau LiF. Bandingkan nilai ini dengan nilai dosimeter pendarkilau CaF<sub>2</sub> dan komen.]*

(10/20)

...7/-

5. (a) Write a short note on the three types of acute radiation syndromes.  
*[Tuliskan suatu nota pendek mengenai tiga jenis sindrom sinaran akut.]*  
(9/20)
- (b) Discuss the models used to determine cancer risk in the low dose region. State its importance in radiation protection.  
*[Bincangkan model-model yang digunakan untuk menentukan risiko barah dalam rantau dos rendah. Nyatakan kepentingannya dalam perlindungan sinaran.]*  
(5/20)
- (c) Describe why  
*[Perihalkan mengapa]*
- (i) lead is a good shielding material for  $\gamma$ -rays but a bad one for neutrons.  
*[plumbum adalah suatu bahan perisai yang bagus untuk sinar  $\gamma$  tetapi tidak bagus bagi neutron,]*
- (ii) a moderator is needed for some neutron beams.  
*[suatu moderator diperlukan bagi sesetengah alur neutron.]*  
(6/20)